Aus der Kinderklinik der Universität Tübingen
Direktor: Professor Dr. K. Betke

Bakterielle Verunreinigung bei der Verwendung von Säuglingstrockennahrung in der Klinik (Ein Beitrag zur Krankenhaushygiene)

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
EDGAR VOIGT
aus Remscheid

1964

8066

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547602_0088

Aus der Kinderklinik der Universität Tübingen
Direktor: Professor Dr. K. Betke

Bakterielle Verunreinigung bei der Verwendung von Säuglingstrockennahrung in der Klinik (Ein Beitrag zur Krankenhaushygiene)

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
EDGAR VOIGT
aus Remscheid

1964

Dekan: Professor Dr. H. HARMS

1. Berichterstatter: Dozent Dr. W. MARGET

2. Berichterstatter: Professor Dr. K. BETKE

Fotodruck PRÄZIS · Tübingen

Meinen Eltern zum Dank gewidmet

EINTEILUNG

Seite

A. Einleitung 1

B. Eigene Versuche .....

1. Untersuchungsmaterial und Schicksal der Säuglingsnahrung vom Anrühren bis zum Füttern der Säuglinge 3

2. Untersuchungsmethoden

I. Keimzahlbestimmung 5
II. Milchzuckerbestimmung 9
III. Säuregradbestimmung 10

3. Untersuchungsergebnisse

I. Der Weg der Säuglingsnahrung von der Zubereitung bis zur Verfütterung 10
II. Der Anteil der Säurebildner und der Proteolyten an der Gesamtkeimzahl 13
III. Beziehungen zwischen Gesamtkeimzahl, Säuregrad und Zuckerreduktion 22
IV. Milchproben aus anderen Kinderkliniken und Hospitälern 25
V. Zusammenstellung der Gesamtkeimzahlen von Proben frisch angesetzter Milch 26
VI. Keimzahlen von Säuglingsnahrungen, hergestellt aus normaler Milch 27

4. Diskussion 27

C. Zusammenfassung 35

D. Literaturnachweis 36

Lebenslauf

A. EINLEITUNG

Der Anteil getrockneter trinkfertiger Säuglingsnahrungen bei der künstilchen Ernährung des Säuglings hat in den letzten Jahren immer mehr zugenommen. GLEISS (1) fand bei einer Erhebung im Ruhrgebiet (1957), daß rund 50 % der Säuglinge mit vorgefertigten getrockneten Milchen, etwa 10 % mit evaporieter Dosenmilch und 40 % mit aus Frischmilch hergestellten Produkten ernährt werden. Diese Relation dürfte sich aber bis heute durch zunehmende Reklame und weitere Fabrikate, die auf dem Markt angeboten werden, noch mehr zu Gunsten der Trockenmilchpräparate verschoben haben. An der hiesigen Kinderklinik werden ausschließlich Trockenmilchpräparate verwendet, ebenso an 7 anderen Kinderkliniken und Hospitälern, die im Rahmen der folgenden Untersuchungen mit erfaßt wurden.

Diese Säuglingsnahrungen bieten aus ernährungs-physiologischer Sicht weitgehende Vorteile gegenüber der reinen Kuhmilchernährung. Kommen aber diese so gewonnenen Vorteile voll zur Geltung, wenn es nicht gelingt, dem Säugling eine aus bakteriologischer Sicht einwandfreie Nahrung anzubieten, d.h. eine Nahrung, die im Idealfall keimfrei sein sollte bzw. nur einen sehr geringen Gehalt an Keimen haben sollte?

In einem Haushalt, in dem die Mutter die Nahrung von Mahlzeit zu Mahlzeit unter Beachtung besonderer Vorschriften frisch zubereitet, kann man damit rechnen, daß dem Säugling eine hygienisch einwandfreie Nahrung zugeführt wird. Anders aber liegen die Verhältnisse an Kinderkliniken und Hospitälern, wo aus organisatorischen und küchentechnischen Gründen die Nahrungen für den gesamten Tag hergestellt werden und bis zum Verbrauch gelagert werden müssen. Dadurch wird eine Vermehrung der Keime bzw. ein Verderb der Nahrung außerordentlich begünstigt.

In den USA ist man aus diesem Grund zu dem Schluß gekommen, daß eine bakteriologisch einwandfreie Nahrung nur zu erhalten ist, wenn generell eine Schlußsterilisation durchgeführt wird (HEINEMAN 2).

Es ergibt sich nun die Frage: können die Milchküchen, so wie sie augenblicklich eingerichtet und geleitet werden, gewährleisten, daß dem Säugling eine in bakteriologischer Sicht einwandfreie Nahrung verabreicht wird, oder ist

notwendig, die Milchküchen vollkommen neu zu organisieren und einzurichten, um hier zu einwandfreien Ergebnissen zu kommen?
Die nachfolgenden Untersuchungen hatten den Sinn, diese Frage zu beleuchten und zu klären, ob unter den gegenwärtigen Verhältnissen eine einigermaßen "narrensichere" Herstellung von hygienisch einwandfreier Milch überhaupt möglich ist bzw. denkbar erscheint.

B. EIGENE VERSUCHE

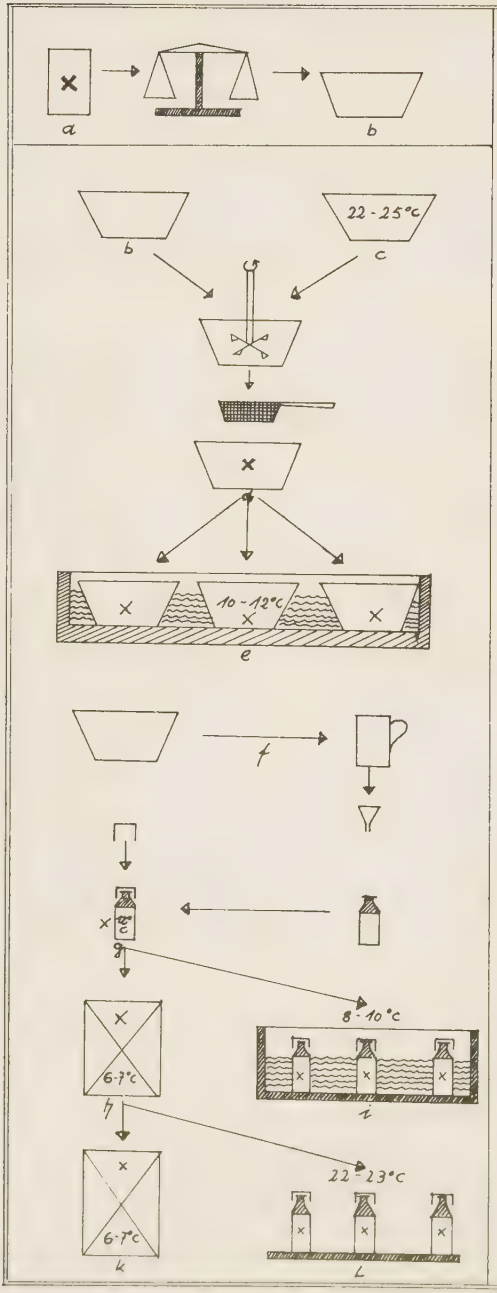
1. UNTERSUCHUNGSMATERIAL UND SCHICKSAL DER SÄUGLINGSNAHRUNG VOM ANRÜHREN BIS ZUM FÜTTERN DER SÄUGLINGE

Untersucht wurden 4 an der hiesigen Kinderklinik verwandte gebrauchsfertige Säuglingsnahrungen in Pulverform: drei mit Milchsäure angesäuerte Milchen, eine weitgehend an die Muttermilch adaptierte ungesäuerte Milch.
Zum Vergleich zu den gebrauchsfertigen Trockenpräparaten wurde eine Versuchsreihe mit einer 2/3 Milch, versetzt mit Haferschleim, und einer 2/3 Dosenmilch angelegt.
Um einen Einblick zu gewinnen, wie die Verhältnisse an anderen Kinderkliniken und Hospitälern im Hinblick auf die bakterielle Verunreinigung der zur Verfütterung gelangenden Säuglingsnahrungen sind, wurden 24 Milchproben unterschiedlichen Alters von 7 verschiedenen Anstalten untersucht.

In der folgenden Abbildung 1 ist der Weg der Nahrung vom Pulver bis zur Fütterung der Säuglinge dargestellt. Aus frisch geöffneten Dosen wurden Proben entnommen und die im frischen Pulver vorhandenen Keimzahlen bestimmt; fortlaufend wurden weiterhin die Keimzahlen von der Zubereitung bis zur Verfütterung über einen Zeitraum von 24 Stunden bestimmt. Die Nahrung befand sich dabei unter verschiedenen Aufbewahrungsbedinungen (Kühlschrank, Wassertrog, Zimmertemperatur). Um einen genaueren Einblick über die bakterielle Verunreinigung zu erhalten, wurde der Anteil von Coli, Säurebildnern und aeroben Proteolyten an der Gesamtkeimzahl bestimmt und ihr Verhalten während der Lagerung unter verschiedenen Bedingungen festgestellt. Außerdem wurden in zwei Versuchsreihen die Beziehung zwischen bakterieller Verunreinigung, Zuckerreduktion und die dabei auftretende Säuerung der Milch dargestellt.

Abb. 1

Darstellung des Zubereitungsweges der Nahrung und Lagerung bis zum Verbrauch. An den mit X gekennzeichneten Stellen wurden Proben entnommen.



a) Pulver

wird am Vortage um etwa 16^{00} abgewogen

b) abgewogenes Pulver

c) abgekochtes Wasser 7^{00}

d) angerührte Nahrung 8^{00}

e) Schüsseln mit fertiger Nahrung im Wassertrog 8^{00} - 10^{30}

f) Abfüllen in Flaschen

g) Verschließen der Flaschen 9^{00} - 10^{30}

h) Lagerung im Kühlschrank

i) Lagerung im Wassertrog ab 10^{30}

k) Lagerung auf Station im Kühlschrank

l) Lagerung auf Station bei Zimmertemperatur ab 18^{00}

2. UNTERSUCHUNGSMETHODEN

I. Keimzahlbestimmungen

1) Zur Methode

Die zur Bestimmung der Keimzahl angewandte Methode beruht auf dem Wachstum der Bakterien, die in einer bestimmten Zeitspanne und bei einer bestimmten Temperatur sichtbare Kolonien bilden, die getrennt wachsen und so ausgezählt werden können. Dabei wurde nach der von HAENEL (3) angegebenen Methode vorgegangen.

Man benutzt dazu schon fertig gegossene Agar-Platten, die vor der Verarbeitung im Brutschrank vorgetrocknet werden, und zwar frische Platten etwa eine Stunde, Platten, die im Eisschrank aufbewahrt wurden, etwa 45 Minuten. Es empfiehlt sich, älteren Platten den Vorzug zu geben. Sodann wurde von der Milchprobe eine Verdünnungsreihe hergestellt (ROEDER 4).

Von den einzelnen Verdünnungen tropft man mit Hilfe einer sterilen Blutzukkerpipette je 0,05 ml in mehreren Parallelen auf die Platte, läßt die Tropfen eintrocknen und bebrütet die Platten bei der gewünschten Temperatur. Das Eintrocknen soll in etwa einer Stunde geschehen sein.

Die gewachsenen Kolonien werden sodann ausgezählt, mit 20 multipliziert. Man erhält so die Keimzahl/ml der Verdünnung, die dann auf die Ausgangslösung umgerechnet werden muß. Diese Methode hat gegenüber der meist gebräuchlichen Plattengußmethode (ROEDER 4) den Vorteil, daß man unter geringerem zeitlichen und materiellen Aufwand eine größere Reihe von Parallelversuchen erhält, die u.E. eine größere Genauigkeit verspricht. Ausgewertet werden sollen nur die Tropfen, auf denen zwischen 20 und 100 Kolonien gewachsen sind. Diese Methode ist natürlich mit einer ihr eigenen Fehlergrenze behaftet, die sich aus verschiedenen Faktoren zusammensetzt.

Die Bakterienzellen kommen vor als Einzelzellen, in Paaren, in Ketten zusammengelagert oder als Zellhaufen. In Milch und Sahne findet man sie gewöhnlich in einer Ansammlung von zwei bis mehreren hundert Individuen (BREW 5, WHITING 6). Das gewöhnliche Schütteln von Milchproben und Lösungen gewährt zwar eine bessere Zerstörung der Zellhaufen, bricht sie aber nicht vollständig auseinander. In normaler Milch wird die Zahl zwischen 2 und 6 Individuen pro Gruppe schwanken; es ist allerdings auch mit größe-

ren Zusammenballungen zu rechnen. Um sich hier einen genaueren Einblick zu verschaffen, inwieweit die Ergebnisse der Plattenmethode den tatsächlichen Gegebenheiten entsprechen, muß die mikroskopische Untersuchungsmethode hinzugezogen werden (CONN 7, BREED 8, ROBERTSON 9, 10).
Hinzuzufügen ist, daß einige Bakterien in ihrem Wachstum gehemmt werden und unfähig sind, sichtbare Kolonien zu bilden, weil sie durch die Eigenart des Nährbodens, den Sauerstoffgehalt, unverträgliche Temperatur während der Bebrütung, geschädigt werden. Es empfiehlt sich daher, die Platten bei verschiedener Temperatur zu bebrüten (11). In den hier ausgeführten Untersuchungen wurden die Platten 48 ± 3 Stunden bei 37° C und 24 Stunden bei 22-25° C bebrütet.

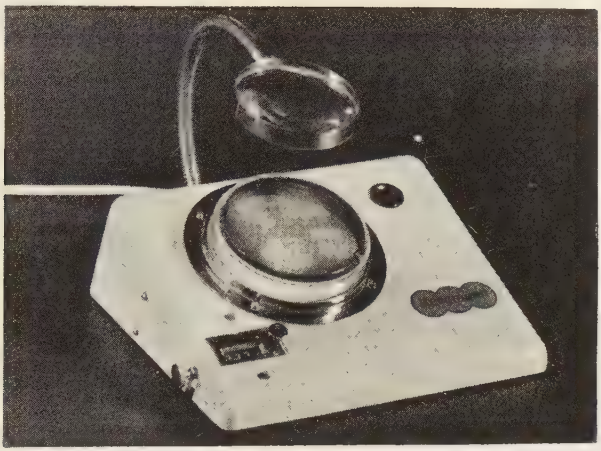
Aus dem oben Angeführten ist es daher erklärlich, daß der ausgewertete Gehalt der Kolonien niedriger ist als der wahre bakterielle Gehalt der Probe.

Die so erhaltenen Ergebnisse sind somit keine absoluten Werte, sondern sie sind nur eine Schätzung, was man bei der Interpretation der Ergebnisse beachten sollte, wenn man keine falschen Schlüsse ziehen will. So dürften in den hier ausgeführten Untersuchungen die Keimzahlen noch größer sein, als sie angegeben sind, und man wird sich nach ROEDER (4) mit einer Fehlergrenze von ± 25 % begnügen müssen.

Abb. 2

Zwei Agarplatten mit je vier Tropfen Milch verschiedener Verdünnungen in fallender Konzentration.

Abb. 3



Die Auszählung der Kolonien erfolgte mit Hilfe des Keimzählapparates DBGM nach Dr. Dannhofer. Die Petrischalen werden durch von unten einfallendes Licht gleichmäßig ausgeleuchtet. Die besondere Farbtönung der Glasscheibe läßt die Kolonien auch bei gefärbten Nährböden gut erkennen. Die etwa dreifach vergrößernde Lupe gestattet eine Durchmusterung der Platte nach eventuell übersehenen Kolonien, die mit bloßem Auge nicht wahrgenommen wurden. Markierung der Kolonien und Betätigung des Zählwerkes geschehen gleichzeitig, wodurch ein "Verzählen" weitgehend ausgeschaltet wird.

2) Zu den Nährböden

Dreierlei Nährböden wurden zur Bestimmung der Keimzahlen verwendet.

a) Bacto TRYPTONE GLUCOSE EXTRACT AGAR dehydrated (12)

Bacto Beef Extract	3 g
Bacto-Tryptone	5 g
Bacto-Dextrose (d-Glucose)	1 g
Bacto-Agar	15 g

Bacto Tryptone Glucose Extract Agar eignet sich nach den in "Standard Methods for the Examination of Milk and Dairy Products" angegebenen Methoden am besten für die Gesamtkeimzahlbestimmung der Milch. Der dehydrierte Nährboden enthält nach den Empfehlungen keine Magermilch, die aber zu-

gesetzt werden soll, wenn in der Probenlösung mehr als 1 bis 10 Bakterien vorhanden sind. Wenn Magermilch zugesetzt wird, sollen kurz vor dem Sterilisieren 10 ml auf 1 l Nährboden beigegeben werden. Außerdem wurde dem Nährboden vor dem Gießen der Platten 5 Tropfen/100 ml Nährboden einer gesättigten wäßrigen Chinablaulösung zugesetzt. Alle Kolonien von säurebildenden Bakterien zeigen dann eine tiefblaue Färbung (ROEDER 4).

b) Bacto NUTRITIVE CASEINATE AGAR dehydrated (12)

Bacto-Peptonized Milk	7 g
Bacto-Isoelectric Casein	3 g
Bacto-Agar	12 g

Nutritive Caseinate Agar eignet sich für eine differenzierende Keimzählung der Milch. Auf gegossenen Platten, die mit einer Milchlösung beimpft werden, können säurebildende und eiweißspaltende Bakterien voneinander differenziert werden. Kolonien von säurebildenden und eiweißspaltenden Bakterien sind leicht voneinander zu unterscheiden, die zusammen mit der Gesamtkeimzahl ein umfassenderes Bild über die Bakterielle Verunreinigung der Milch ergeben.
Um ein differenziertes Bild zu erhalten, werden die Platten zunächst 48 Stunden bebrütet, sodann die gesamte Zahl der Kolonien ausgezählt. Die Platte wird nun mit Brom-Kresol-Purpur-Indikatorlösung (0,4 g Brom-Kresol-Indikator, 7,4 ml n/10 NaOH und 92,6 ml aqua dest.) für 5 Minuten überflutet; alle säurebildenden Kolonien erscheinen dann hellgelb gegen den purpurnen Hintergrund des Nährbodens. Wenn nun die Platte mit einer 5 %igen Essigsäurelösung überschwemmt wird, sind die Kolonien eiweißspaltender Bakterien auszählbar, die von einer klaren Zone umgeben sind.

c) Bacto VIOLET RED BILE AGAR dehydrated (12)

Bacto Yeast Extract	3 g
Bacto Peptone	7 g
Bacto Bile Salts No. 3	1,5 g
Bacto Lactose	10 g
Bacto Agar	15 g
Sodium Chloride	5 g
Bacto Neutral Red	0,03 g
Bacto Crystal Violet	0,002 g

Nach "Standard Methods for the Examination of Milk and Dairy Products" wird der Violet Red Bile Agar zur Keimzahlbestimmung coliformer Keime in Milch und Milchprodukten empfohlen. Die Anwendung dieses Nährbodens macht es möglich, die Zahl coliformer Bakterien schon nach einer Bebrütungszeit von 24 Stunden bei 37° C quantitativ festzustellen. Organismen der coliformen Gruppe, die die Fähigkeit haben, Lactose zu spalten, bilden rote oberflächliche Kolonien, 1-2 mm im Durchmesser, umgeben von einer Zone gefällter Galle. Die Platten sollten nicht länger als 24 Stunden bebrütet werden, weil sonst auch die Organismen, deren Wachstum unterdrückt worden ist, zur Entwicklung kommen und die Zahl verfälschen. Beim Gebrauch dieses Nährbodens erhält man die besten Ergebnisse, wenn der Nährboden zur Sterilisation nicht autoklaviert wird, zumal die Bakterien, die bei der Erhitzungsperiode während des Aufkochens nicht abgetötet wurden, innerhalb der 24 stündigen Bebrütungsdauer keine Kolonien bilden. Die endgültige Reaktion des Nährbodens beträgt pH 7,4.

II. Bestimmung des Milchzuckers

(ROEDER 4)

Maßanalytische Bestimmung des Milchzuckers nach BRUHNS/WEISS (27, 28)

Die Milch wird bei diesem Verfahren mittels Aluminiumsulfat enteiweißt; da dieses stets sauer reagiert, muß in einem Vorversuch ermittelt werden, wieviel 2n NaOH nötig ist, um 10 ml der zu benützenden (20 %igen) Aluminiumsulfatlösung zu neutralisieren.

Sodann versetzt man in einem 200 ml Meßkolben 20 ml Milch mit etwas Wasser und 10 ml der Aluminiumsulfatlösung und mischt gründlich durch. Hierauf fügt man die nach dem Vorversuch zur Neutralisation des Aluminiumsulfats nötige Menge 2n NaOH hinzu, füllt mit Wasser auf 200 ml auf und filtriert durch ein trockenes Faltenfilter.

Für die Milchzuckerbestimmung werden 10 ml Fehling-Lösung I, 10 ml Fehling-Lösung II, 20 ml Wasser, 20 ml des Filtrats in einem 200 ml Erlemeyerkolben auf dem Asbestdrahtnetz zum Sieden erhitzt und genau 6 Minuten bei kleiner Flamme gekocht. Nach Zugabe von 30 ml Wasser wird der Kolben unter der Wasserleitung auf etwa 30° C abgekühlt. Jetzt fügt man 5 ml

Ammoniumrhodanid-Kaliumjodidlösung und 10 ml einer ca 9n Schwefelsäure hinzu und titriert sofort das ausgeschiedene Jod mit n/10 Natriumthiosulfatlösung bei Gegenwart von Stärke zurück. In gleicher Weise ist ein Blindversuch mit 20 ml Wasser anzusetzen.
Der der verbrauchten Menge n/10 Natriumthiosulfatlösung entsprechende prozentuale Gehalt der Milch an Milchzucker ist der Tabelle zu entnehmen (ROEDER s.o.)

Ammoniumrhodanid-Kaliumjodidlösung:
100 g Ammoniumrhodanid und 20 g Kaliumjodid werden in Wasser gelöst und auf 1000 ml aufgefüllt.

III. Säuregradbestimmung

Zur Bestimmung des Säuregrades der Milch wurden 10 ml Milch mit n/10 NaOH in Gegenwart von 0,5 ml 2 %iger alkoholischer Phenolphthaleinlösung titriert bis zu einem bleibenden schwach rosa-roten Farbton. Die erhaltenen Werte wurden umgerechnet in Säuregrade nach SOXHLET-HENKEL.

1° SH = 1 ml n/4 NaOH/100 ml Milch (ROEDER 4).

3. UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

I. Der Weg der Säuglingsnahrung von der Zubereitung bis zur Verfütterung (siehe Abb. 1)

Das abgewogene Milchpulver wird mit der entsprechenden Menge abgekochten Wassers, das inzwischen in fließendem Wasser im Wassertrog auf etwa 25° C abgekühlt wurde, in einem Rührwerk vermischt und durch ein Sieb in eine große offene Schüssel gegossen. Bei 12 Proben wurde das Pulver steril entnommen (x) und mit sterilem aqua dest. gelöst. Die Keimzahlen streuten zwischen 80 und 5000 Keimen/ml; daraus ergibt sich ein mittlerer Keimgehalt von 1310 Keimen/ml.
Nach dem Anrühren der Nahrung (x) ergaben sich bei 18 Proben Keimzahlen von 1000-130 000/ml, im Durchschnitt 28 000/ml.
Die fertig angerührte Nahrung wird sodann über einen Zeitraum von etwa 2 Stunden in einer offenen Schüssel, in einem Teil der Fälle verschlossen mit einem

lose aufliegenden Deckel, im Wassertrog bei einer Wassertemperatur von etwa 7° C bis zur weiteren Verarbeitung, d.h. bis zum Abfüllen in Flaschen aufbewahrt. Das Abmessen der einzelnen Flaschenmahlzeiten erfordert es, daß die Milch in kleinere Gefäße umgefüllt werden muß. Die fertig zubereitete Flasche wird mit einem Pappdeckel verschlossen (+). Zu diesem Zeitpunkt ergaben sich bei 18 Proben Gesamtkeimzahlen von 1600 bis 87 000/ml, im Durchschnitt 34 450/ml*.

Da die Kapazität der Kühlschränke sowohl in der Milchküche als auch auf Station nicht ausreicht, um die gesamte Säuglingsnahrung für den ganzen Tag aufzunehmen, wird ein Teil der Flaschen im Wassertrog bei fließendem Wasser mit einer Temperatur von etwa 7° C, ein anderer Teil, der für den Verbrauch am Nachmittag bestimmt ist, wird ohne besondere Kühlung im Vorratsraum bei wechselnder Temperatur (15-18° C) aufbewahrt. 21 Proben ergaben nach 8 Stunden eine Gesamtkeimzahl von 1000 bis 200 000/ml, im Durchschnitt 45 080/ml.

Um etwa 18°° werden die Nahrungen, die bis 24°° benötigt werden, von der Milchküche auf Station gebracht. Da hier aber, wie gesagt, die Kühlschränke nicht alles fassen können (+), bleibt die Nahrung zum Teil bei Zimmertemperatur stehen (22-23° C). 21 Proben von 12 Stunden alter Milch ergaben Keimzahlen von 1 100 bis 508 000/ml, im Durchschnitt 63 200/ml (x).

13 Proben von 24 Stunden alter Milch wiesen Keimzahlen von 17 000 bis 160 000/ml, einen Durchschnittswert von 91 050/ml auf.

---

*Unmittelbar nach dem Vorliegen der ersten Untersuchungen wurde dafür gesorgt, daß die Mängel abgestellt wurden.

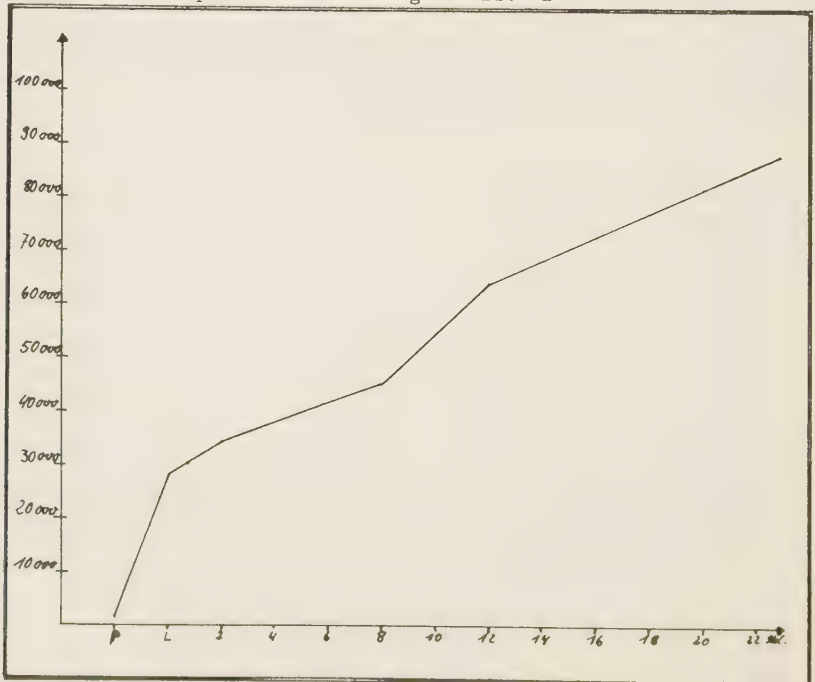
Gesamtkeimzahlen von sämtlichen Proben über einen Zeitraum von drei Monaten

(102 Einzelbestimmungen)

Abb. 4a

Pulver	fr. Lösung	2 Stunden	8 Stunden	12 Stunden	24 Stunden
5 000	130 000	87 000	200 000	508 000	260 000
2 900	83 000	83 000	97 000	113 000	170 000
2 000	50 000	83 000	79 000	98 000	130 000
2 000	42 000	73 000	77 000	80 500	108 000
970	26 000	65 000	92 000	74 000	102 000
900	26 000	52 000	73 000	69 000	102 000
800	15 000	40 000	51 000	60 000	100 000
590	22 900	40 000	49 000	60 000	48 000
200	16 500	38 000	40 000	53 000	47 000
80	15 000	37 000	40 000	36 000	40 000
80	13 600	35 000	38 000	34 000	34 000
	13 100	9 500	30 000	33 000	26 700
	12 000	5 800	20 000	33 000	17 000
	7 900	6 600	16 000	29 000	
	5 600	6 400	14 000	19 000	
	2 200	4 800	13 500	11 800	
	1 800	3 000	6 600	6 000	
	1 000	1 600	5 900	4 000	
			2 200	3 000	
			1 100	1 600	
			1 000	1 100	
1 310/ml	28 000/ml	34 450/ml	45 080/ml	63 200/ml	91 050/ml
			Mittelwerte		

Abb. 4b Graphische Darstellung zu Abb. 4a



II. Der Anteil von Säurebildnern und Proteolyten an der Gesamtkeimzahl

In 7 Versuchsreihen wurde neben der Gesamtkeimzahl auch der Anteil von Säurebildnern und Proteolyten bestimmt. Dabei zeigte sich, daß bei etwa gleichbleibender Gesamtkeimzahl sich bei den Säurebildnern und Proteolyten Veränderungen abspielen, die sich in der Gesamtkeimzahl nicht widerspiegeln. Untersucht wurden drei verschiedene Milchen (A : 4, B : 2, C : 1).

Abb. 5

	fr. Pulv.	fr. Lösg.	2 Std.	4 Std.	6 Std.	8 Std.	12 Std.	14 Std.	24 Std.	26 Std.
G	200	22 900	16 000			9 800	60 000			
S		1 000	2 000			600	2 000			
Pr.		3 000	3 400			3 600	3 000			
G						33 000	36 000			
S						600	4 000			
Pr.						1 000	2 000			
G.	900	79 000	73 000			97 000	98 000	77 000		570 000
S		4 000	2 200			4 000	8 000	20 000		
Pr.		3 400	6 000			30 000	12 000	8 000		
G						77 000	64 000	72 000		100 000
S						36 000	8 000	6 000		
Pr.						-	6 000	8 000		
G	80	13 100	9 500		12 600	14 700	11 800	16 000		26 700
S		-	2 000		1 600	2 700	1 400	200		6 000
Pr.		2 600	2 300		2 000	4 800	2 000	2 000		2 000
G	590	1 000	1 600			1 100	1 100	2 000	48 000	
S		600	1 000			600	1 000	400	10 000	
Pr.	-	-	-			200	2 000	200	-	
G	80	26 000	40 000				19 000	100 000		
S		4 000	8 000				7 000	18 000		
Pr.										
G	-	2 200	3 000			1 100	33 000			
S		400	-			-	200			
Pr.										
G							33 000			
S							200			
G	-	5 600	4 800	6 000		6 600				
S		1 400	1 800	4 200		3 200			17 000	
G		5 600	5 800						11 000	
S		2 000	1 600							
G		4 600	6 400							
S		2 200	1 800							
G		1 200	4 400							
S		400	2 800							

Prozentualer Anteil von Säurebildnern und Proteolyten an der Gesamtkeimzahl

Abb. 6

fr. Pulver	fr. Lösung Gesamtkeimzahl	Säurebildner	%	Proteolyten	%
200	22 900	1 000	4, 38	3 000	13, 17
900	79 000	4 000	5, 05	3 400	4, 30
80	13 100	-	-	2 600	19, 90
590	1 000	600	60, 00	200	20, 00
80	26 000	4 000	15, 40	-	-
-	2 200	400	18, 20	-	-
-	5 600	1 400	25, 00	-	-
2 Std.					
	16 000	2 000	12, 50	3 400	21, 30
	73 000	2 200	3, 00	6 000	8, 20
	9 500	2 000	20, 10	2 300	24, 20
	1 600	1 000	62, 80	-	-
	40 000	8 000	20, 00	-	-
	4 800	1 800	30, 76	-	-
	5 800	1 600	27, 60	-	-
	6 400	1 800	28, 60	-	-
8 Std.					
	9 800	600	6, 10	3 600	3, 64
	33 000	600	2, 81	1 000	3, 04
	97 000	4 000	4, 15	30 000	30, 80
	77 000	36 000	48, 00	-	-
	14 700	2 700	18, 40	4 800	32, 70
	6 600	3 200	48, 50	-	-
12 Std.					
	60 000	2 000	3, 35	3 000	5, 00
	36 000	4 000	11, 50	2 000	5, 57
	98 000	8 000	8, 18	12 000	12, 00
	69 000	8 000	11, 50	6 000	8, 70
	77 000	20 000	26, 00	8 000	11, 60
	72 000	6 000	8, 30	8 000	11, 10
	11 800	1 400	11, 85	2 000	16, 90
	19 000	7 000	36, 70	-	-
	33 000	200	0, 61	-	-
	33 000	600	1, 82	-	-

Darstellung der Veränderung der Gesamtkeimzahl über einen Zeitraum von 12 Stunden. Dabei entspricht die Keimzahl der frisch angesetzten Milchlösung 100 %.

fr. Lösung	100 %
2 Stunden	96 %
8 Stunden	112,7 %
12 Stunden	210,2 %

Prozentualer Anteil von Säurebildnern und Proteolyten an der Gesamtkeimzahl, ihre Veränderung über einen Zeitraum von 12 Stunden.

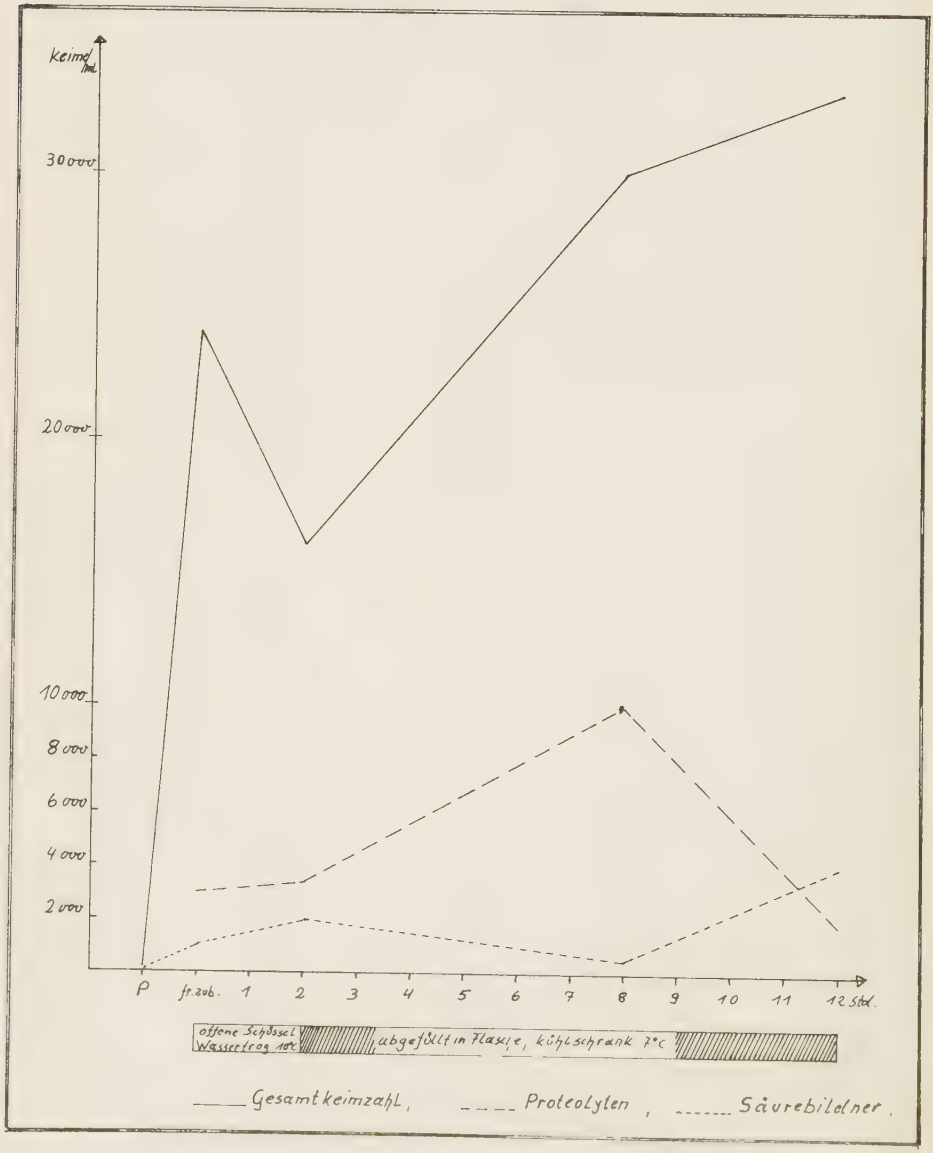
	Säurebildner	Proteolyten
fr. Lösung	23,14 %	12,40 %
2 Stunden	11,80 %	17,90 %
8 Stunden	7,89 %	17,53 %
12 Stunden	11,54 %	10,10 %

Abb. 7

Einzeldarstellungen über Gesamtkeimzahl, Säurebildner und Proteolyten unter den verschiedensten Aufbewahrungsbedingungen.

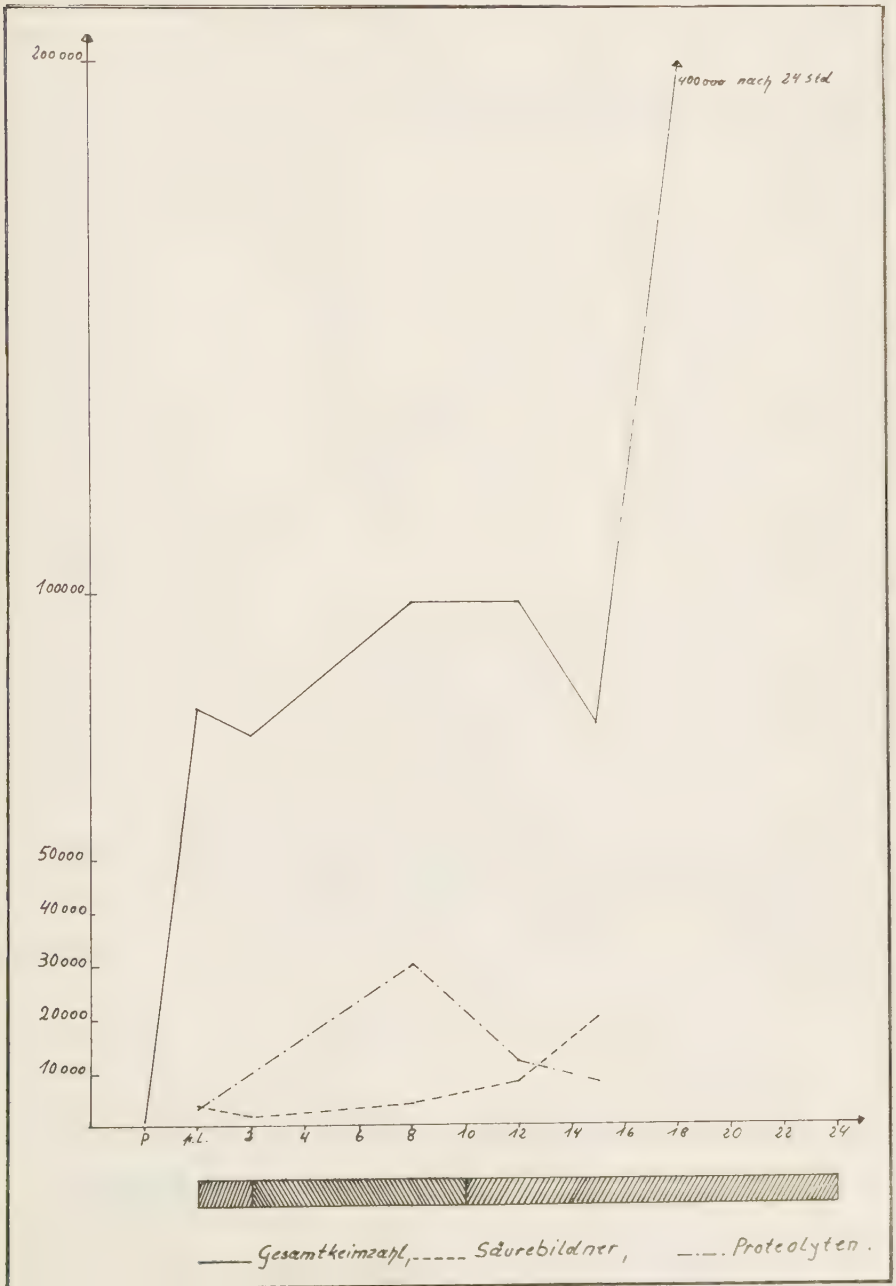
1. Die fertig angerührte Nahrung stand 2 Stunden in einer offenen Schüssel im Wassertrog bei einer Temperatur von etwa 10° C, dann wurde sie in eine sterile Flasche abgefüllt und im Kühlschrank bei einer Temperatur von etwa 7° C gelagert.

Abb. 8



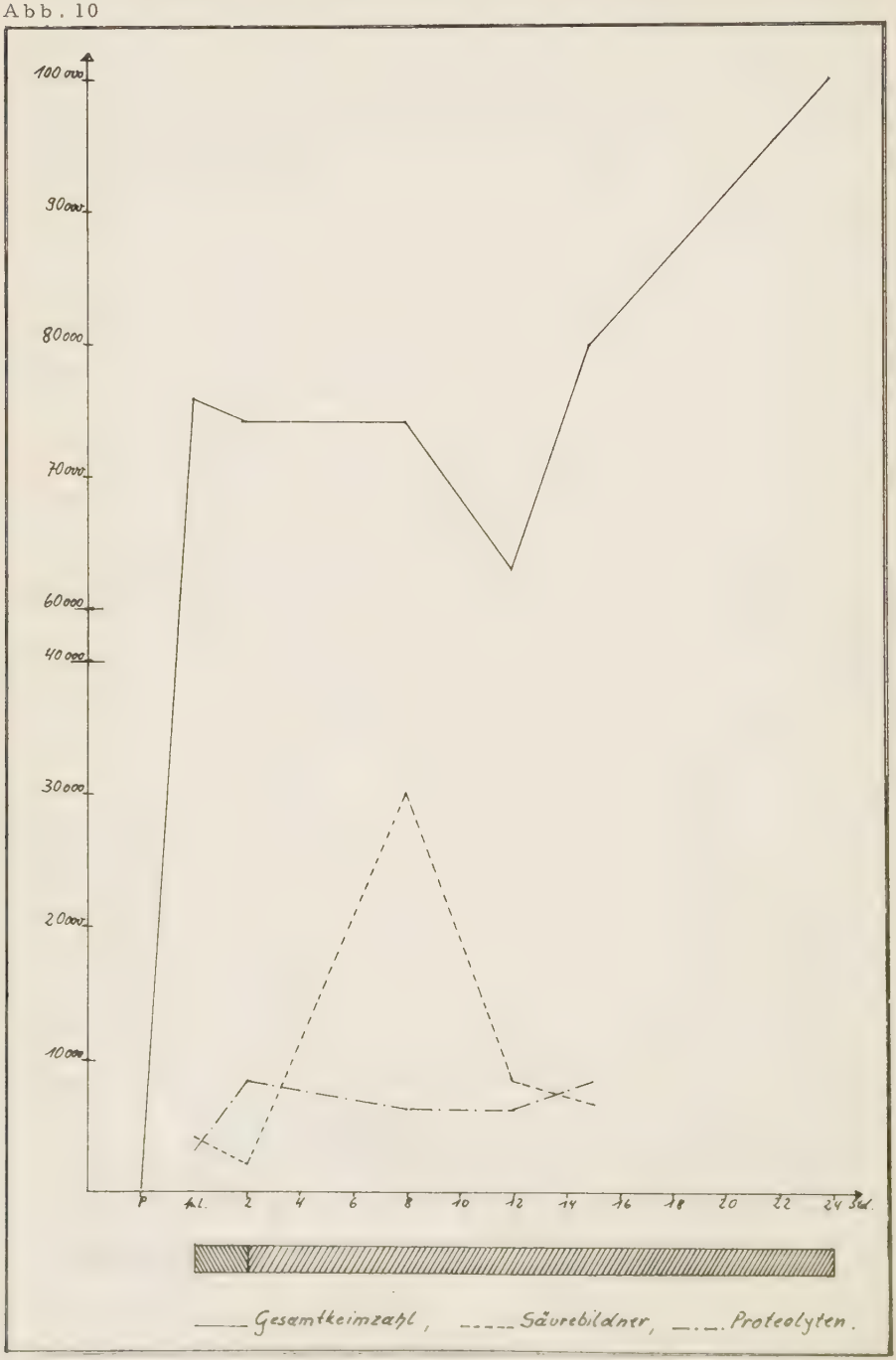
2a. Die fertig angerührte Nahrung stand 2 Stunden in offener Schüssel im Wassertrog bei einer Temperatur der Milch von 11° C, wurde dann in sterile Flasche abgefüllt und stand 8 Stunden im Wassertrog bei 10° C, anschließend wurde sie auf Station gebracht und bis zum Verbrauch bei Zimmertemperatur (22° C) aufbewahrt.

Abb. 9



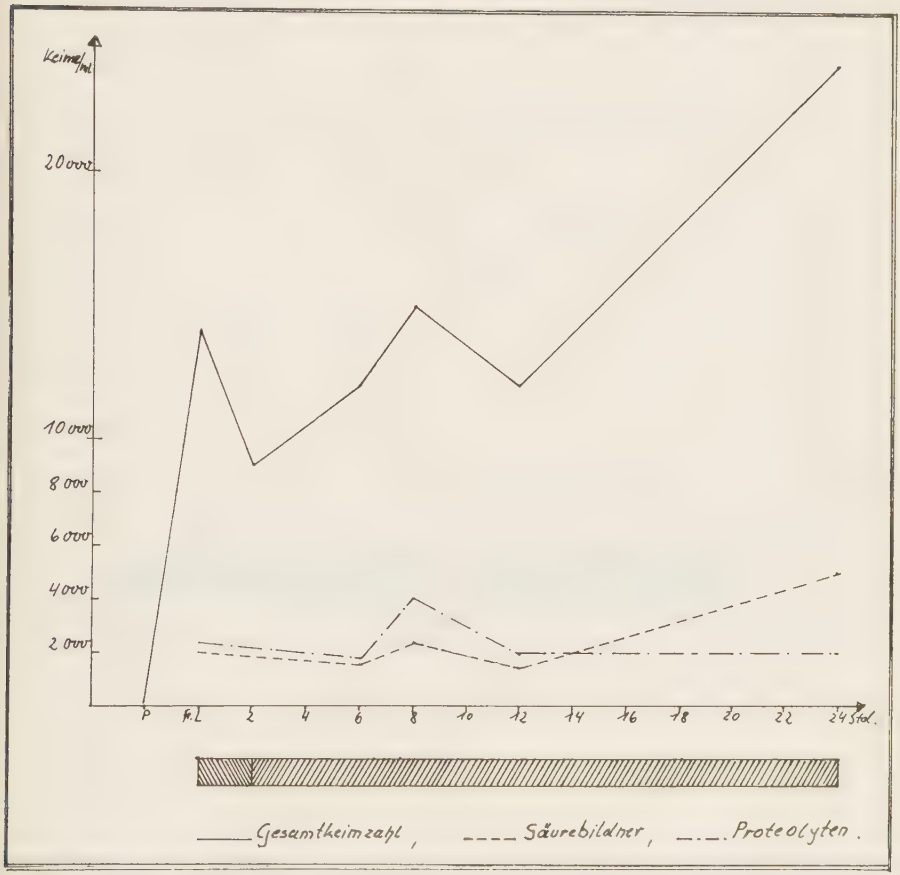
2b. Gleiche Ausgangslösung wie in 2a. Die Milch hat 2 Stunden in offener Schüssel im Wassertrog gestanden (11° C), wurde dann in sterile Flasche abgefüllt und im Kühlschrank bei einer Temperatur von etwa 6-7° C aufbewahrt.

Abb. 10



3. Die fertig zubereitete Milch stand 2 Stunden in offener Schüssel im Wassertrog bei einer Temperatur von 10° C, wurde dann in sterile Flasche abgefüllt und im Wassertrog bei einer Temperatur von 6-7° C gelagert.

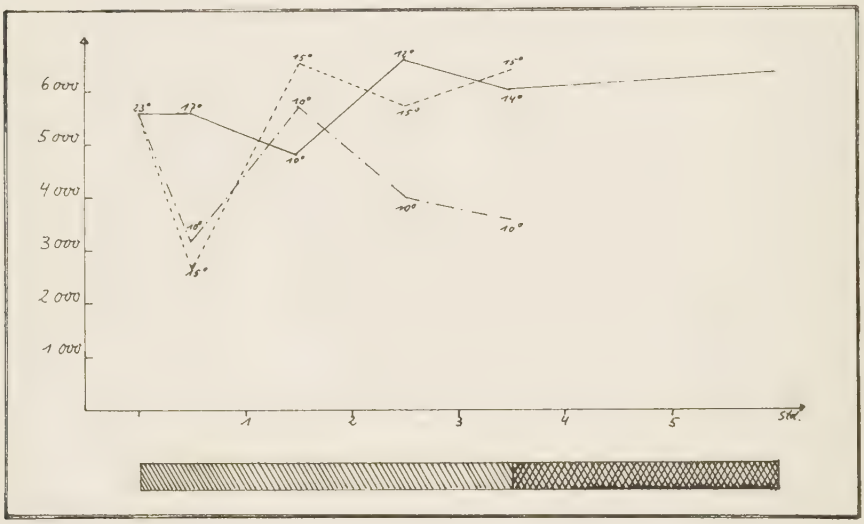
Abb. 11



4a. Darstellung der Veränderung der Gesamtkeimzahl während der ersten 3 1/2 Stunden nach der Zubereitung.

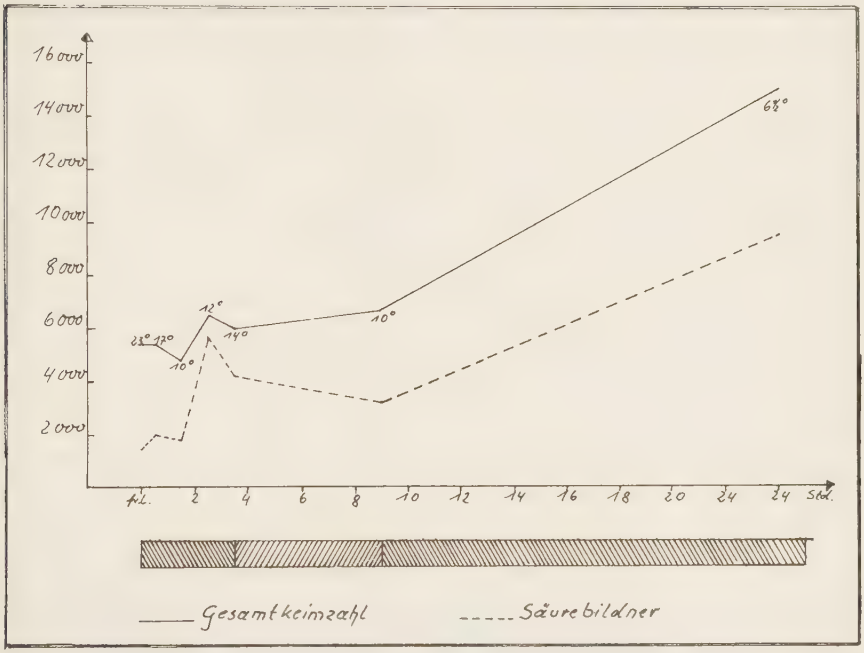
1. Keimzahlen der Milch, die bei den üblichen Temperaturen im Wassertrog stand (———)
2. Keimzahlen der Milch, die sogleich nach der Zubereitung auf 15° C gekühlt und auf dieser Temperatur gehalten wurde (– – – –)
3. Keimzahlen der Milch, die sogleich nach der Zubereitung auf 10° C gekühlt und aufbewahrt wurde (–·–·–·–).

Abb. 12



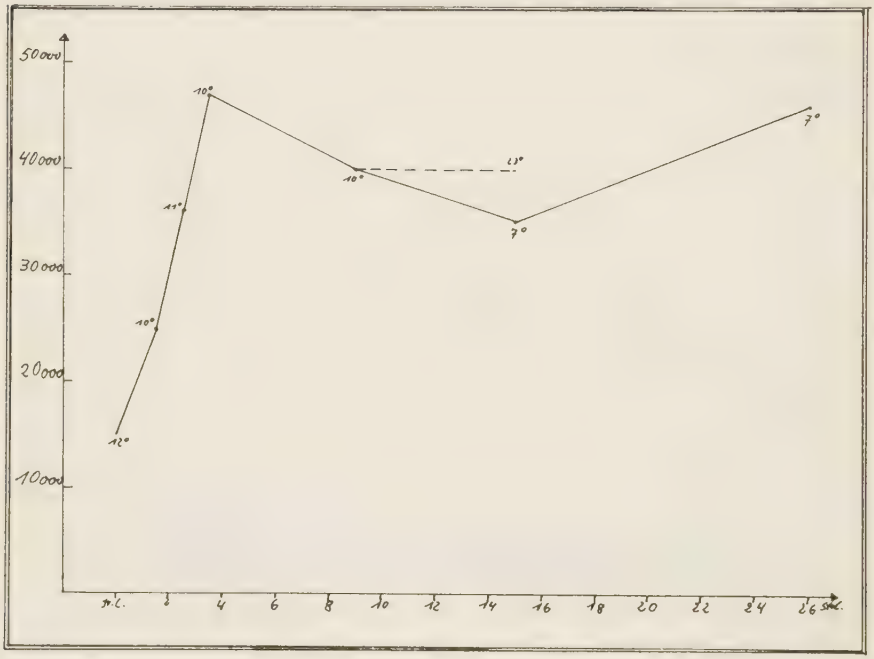
4b. Da in diesem Falle keine Proteolyten vorhanden waren, konnte nur die Zahl der Säurebildner mit erfaßt werden. Die fertig zubereitete Milch stand die ersten 3 1/2 Stunden in offener Schüssel im Wassertrog, wurde dann in eine sterile Flasche abgefüllt und für 5 Stunden im Wassertrog gelagert, anschließend im Kühlschrank bei etwa 6 1/2° C.

Abb. 13



5. In diesem Versuch wurden in 1/2 stündlichem Abstand Proben entnommen und die Veränderung der Gesamtkeimzahl bestimmt. Nach 3 1/2 Stunden wurde die Milch in Flaschen umgefüllt, im Wassertrog gelagert, nach 9 Stunden in den Kühlschrank gestellt. Eine andere Probe wurde nach 9 Stunden auf Station gebracht und stand dort 5 Stunden bei Zimmertemperatur (23° C).

Abb. 14



III. Beziehung zwischen Gesamtkeimzahl, Säuregrad und Zuckerreduktion

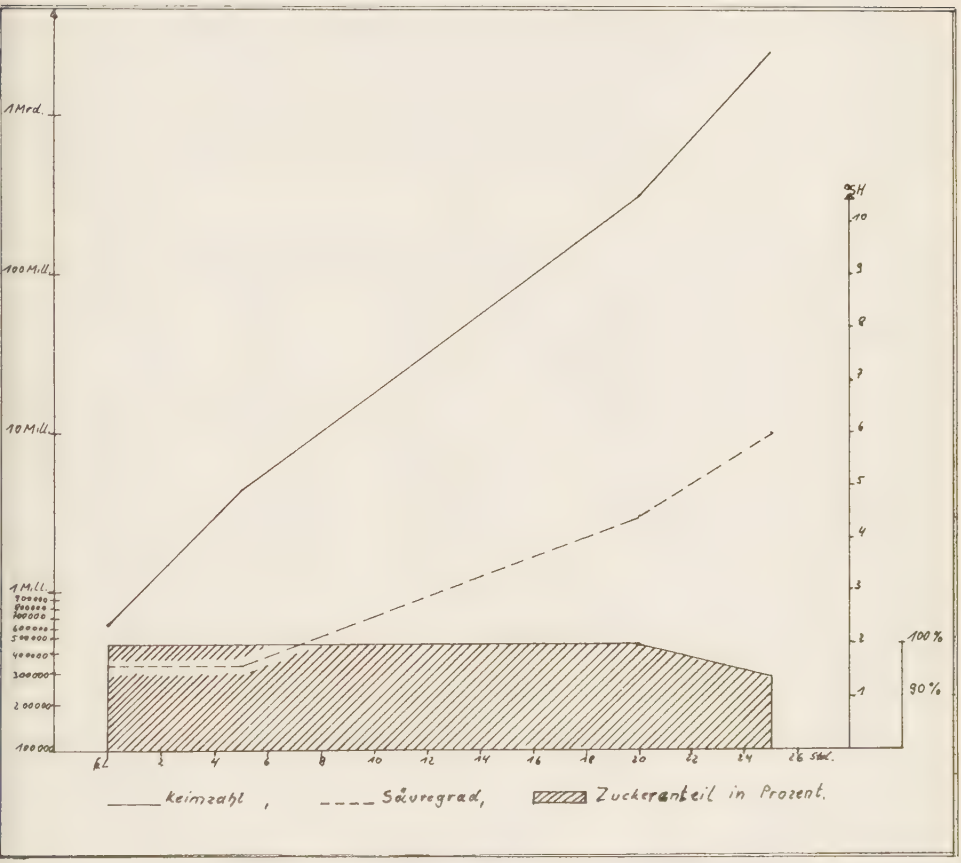
Für diesen Versuch wurde ein ungesäuertes, an die Muttermilch adaptiertes Trockenmilchpräparat benutzt. Die frisch angesetzte Milchlösung wurde autoklaviert und mit einer Bakteriensuspension versetzt:

a) mit E.-Coli und bei 24° C bebrütet

b) mit Säurebakterien und bei 37° C bebrütet.

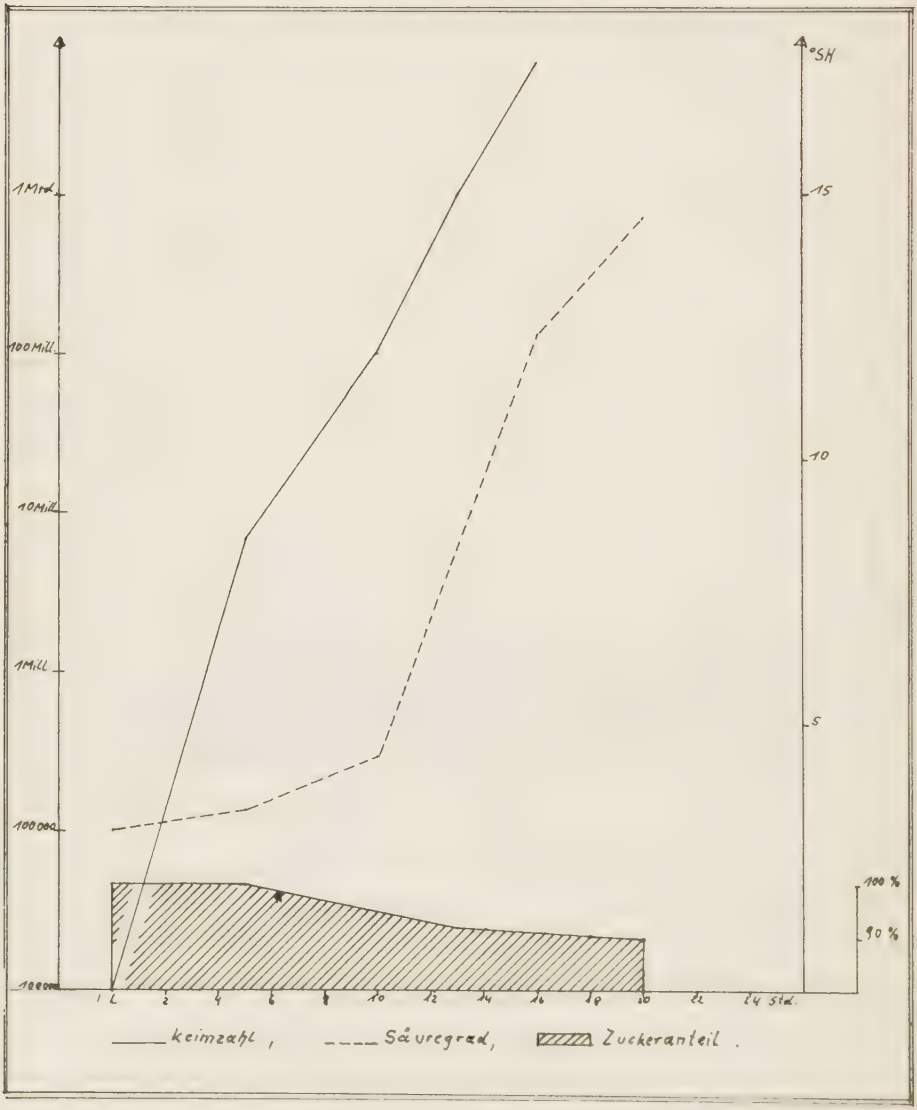
a. Milch mit E.-Coli beimpft und bei 24° C bebrütet.

Abb. 15



b. Milch mit Säurebildnern beimpft und bei 37° C bebrütet.
(Zuckerspaltung unter hohen Keimzahlen)

Abb. 16



IV. Milchproben aus anderen Kinderkliniken und Hospitälern

Untersucht und ausgewertet wurden 24 Proben von 7 verschiedenen Kliniken und Hospitälern.

Gruppe I : Proben von etwa 24 Stunden alten Nahrungen
Gruppe II : Proben von etwa 3 1/2 Stunden alten Nahrungen
Gruppe III : Proben von etwa 3 Stunden alten Nahrungen
Gruppe IV : Proben von etwa 8 Stunden alten Nahrungen
Gruppe V : Proben von 8 Stunden alten Nahrungen
Gruppe VI : Proben von etwa 12 Stunden alten Nahrungen
Gruppe VII : Proben von etwa 9 Stunden alten Nahrungen

Abb. 17

Klinik	Nr.	Milchsorte	Gesamtkeimzahl	Säurebildner	Proteolyten	E.-Coli
I.	1	Ba	11 000	4 300	-	-
	2	Ba	7 200	2 200	-	1 000
	3	Ba	5 300	1 400	200	-
	4	A	20 000	2 200	5 800	-
II.	5	Bc	8 400	6 700	-	-
	6	A	200	-	-	-
	7	C	5 200	-	-	-
	8	Ba	600	200	200	-
III.	9	A	3 400	-	-	600
	10	C	4 400	-	-	800
	11	Ba	1 400	200	-	-
IV.	12	Bc	400	-	-	-
	13	A	3 300	-	-	400
	14	Bc	300	-	-	-
V.	15	A	2 800	300	-	-
	16	Bc	20	-	-	-
	17	D	40	-	-	-
	18	E	1 200	-	-	-
	19	F	4 800	-	600	-
VII.	20	E	800	-	-	-
	21	A	800	200	200	-
	22	Bc	4 900	700	1 100	600
	23	Ba	900	-	-	-
VII.	24	G	1 945	600	-	-

V. Zusammenstellung der Gesamtkeimzahlen von Proben frisch angesetzter Milch

Über einen Zeitraum von 3 Monaten wurden Proben von frisch zubereiteter Milch entnommen. Zusammenstellung in zwei Gruppen:

a) Gesamtkeimzahlen in den Monaten Januar/Februar

b) Gesamtkeimzahlen im Monat März

Ab März wurde die durchfließende Wassermenge im Wassertrog vergrößert und dadurch ein schnellerer Kühlungseffekt erzielt. Die UV-Bestrahlung in der Milchküche, die bis zu diesem Zeitpunkt nur zeitweilig in Betrieb genommen wurde, war seit März dauernd eingeschaltet.

Abb. 18

a	b
130 000	26 000
83 000	25 000
50 000	15 000
42 000	13 000
26 000	56 000
22 900	5 600
16 500	4 600
13 600	2 200
12 000	1 200
11 800	1 000
7 900	
Mittelwert: 37 000/ml	Mittelwert: 9 830/ml

VI. Keimzahlen von Säuglingsnahrungen, hergestellt aus normaler Milch

Untersucht wurden in je drei Proben die Gesamtkeimzahlen frisch zubereiteter Milch:

a) 2/3 Milch aus evaporierter Dosenmilch
b) normale 2/3 Milch + Haferschleim
c) normale 2/3 Milch + Reisschleim

Mittelwert aus je drei Proben:

a) 150 Keime/ml
b) 1128 Keime/ml
c) 1080 Keime/ml

4. DISKUSSION

Daß die bakterielle Verunreinigung von Säuglingsnahrungsmitteln Ursache von gefährlichen Durchfallserkrankungen sein kann, ist seit längerem hinreichend bekannt (OCKLITZ 13, MUELLER, 14, SEIDEL 15, u.a.). Es sollte daher Sorge getragen werden, daß dem Säugling eine bakteriologisch einwandfreie Nahrung angeboten wird. Ist es nicht widersinnig, wenn man mit allen Mitteln versucht, Keime vom Säugling fernzuhalten, um sie ihm dann anschließend in bedeutenden Mengen oral wieder zuzuführen?
So konnte WRIGHT (16) bei einer Untersuchung von 300 Säuglingsnahrungen aus verschiedenen Kinderkliniken und Hospitälern nur in 17 % Keimfreiheit, in 24 % der Fälle einen Keimgehalt von über 100 000/ml, in 13 % sogar von über 1 Mill./ml nachweisen; in 26 Proben fanden sich E.-Coli. Zu ähnlichen Ergebnissen kamen SAUERBREI und HOFFMANN (17), ebenso CUMMING (18), der in 25 Stunden alten Nahrungen 500·000 Keime/ml, und in 24 % der Proben Coli fand.
Das sind erschreckend hohe Zahlen, wenn man bedenkt, daß nicht nur die vorhandenen lebenden Bakterien, sondern auch ihre Stoffwechselprodukte, die bei solchen Keimzahlen in gehäufter Form auftreten, eine ätiologische Bedeutung bei dem Zustandekommen von Säuglingsdurchfallserkrankungen

haben; allerdings lassen sich hierüber endgültige Schlüsse noch nicht bindend ziehen (LOOF 19).

Wenn man nun bedenkt, welchen Gehalt an Bakterien die Milch schon vor der Verarbeitung, d.h. vor der Trocknung hatte, liegt klar auf der Hand, daß der Gehalt an hitzebeständigen Bakterientoxinen nicht gerade gering ist. In den hier untersuchten frischen Milchpulverproben wurden im Durchschnitt 1313 Keime/ml gefunden (Abb. 4a); das würde dann bei einem allgemein angenommenen Pasteurisierungseffekt von 99, 5 % einer Keimzahl in der Rohmilch von 262 000 Keimen/ml entsprechen, wobei man annimmt, daß alle pathogenen Keime vernichtet wurden.

Nach der Markenmilchverordnung vom 5. August 1959 darf eine Markenmilch nicht mehr als 50 000 Keime/ml besitzen, und in 0, 5 ml keine Coli. Man kann also bei einer Rohmilch mit Verunreinigungen bis zu 10 Mill. Keime/ml rechnen, die noch toleriert würden. Es ist daher primär zu fordern, daß die Rohmilch, die zur Herstellung von Säuglingstrockenmilchpräparaten verwendet wird, unter hygienisch einwandfreien Bedingungen gewonnen wird.

Die Säuglingstrockenmilchpräparate gelangen relativ keimarm zum Verbraucher. Hier aber ergibt sich gerade in der Klinik das Problem, diese hochwertige Nahrung so keimarm wie möglich an den Säugling heranzubringen. Es ist daher das Augenmerk besonders auf die Sekundärinfektion zu richten (BULLING 20); denn zu den schon vorhandenen hitzebeständigen Bakterientoxinen kommen dann zusätzlich wieder lebende Bakterien hinzu, die sich auf das Gedeihen von kranken Säuglingen äußerst schädlich bemerkbar machen können.

In den vorliegenden Untersuchungen wurde der bakterielle Gehalt der Säuglingsnahrung von der Zubereitung bis zum Verbrauch ermittelt. Es zeigte sich, daß der bakterielle Gehalt des Milchpulvers sich in vertretbaren Grenzen hielt . Von den hier untersuchten vier verschiedenen Pulvern wurde als höchste Keimzahl 5 000/ml gefunden, als niedrigste Werte 80 Keime/ml und darunter; es resultiert ein Durchschnittswert von 1 310 Keime/ml .

Dieser geringe Keimgehalt der verschiedenen Pulver gab Anlaß zu Zweifeln, ob mit den oben angeführten Untersuchungsmethoden auch alle Keime hinreichend erfaßt werden konnten, mit besonderem Blickpunkt auf die Zahl der Säurebildner. Ein Kontrollversuch im hygienischen Institut ergab jedoch keine wesentlichen Abweichungen von den hier angeführten Ergebnissen.

Entscheidend verändern sich die Keimzahlen im Augenblick der Zubereitung der Nahrung. Die Nahrung kommt dabei mit allerlei Gerätschaften in Berührung, Schüsseln, Töpfen, Rührlöffeln, Schöpfkellen und Sieben, die eine Quelle der Verunreinigung darstellen. Bei 18 Proben frisch zubereiteter Milch fanden sich Gesamtkeimzahlen von 1 000 bis 130 000 Keime/ml, im Durchschnitt etwa 28 000 Keime/ml (Abb. 4a).

SAUERBREI und HOFFMANN (17) fanden in ihren Untersuchungen, daß die meisten hygienischen Beanstandungen in der Milchküche zu suchen seien. Diese Feststellung wurde auch hier gemacht; denn die hauptsächliche Verunreinigung der Milch findet in der Milchküche statt während der Zubereitung und der Zeit, die verstreicht, bis die Milch in Flaschen abgefüllt ist. Auch anschließend, während der Lagerung, wird die Milch nicht immer so behandelt, wie es angebracht wäre. Eine weitere Vermehrung der Keime ist nur zu verhindern, wenn die Milch nach der Zubereitung auf 4° C gekühlt wird und auf dieser Temperatur gehalten wird bis zum Verbrauch. Es hat sich hier in der Klinik gezeigt, daß eine sorgfältige Kühlung, vor allem eine lückenlose bis zum Verbrauch, nicht vorhanden ist. Außerdem wiesen die Kühlschränke nicht die vorgeschriebenen Temperaturen auf. Auch diese Feststellung ist wiederholt bei Untersuchungen an anderen Kliniken getroffen worden (Sauerbrei und Hoffmann).

Die Kühlung im Wassertrog und den Kühlschränken reichte bei weitem nicht aus, um einer Vermehrung der Keime Einhalt zu gebieten, ganz abgesehen davon, daß ein Teil der Nahrung stundenlang ohne besondere Kühlung bis zur Verfütterung stehen blieb.

Gerade in den ersten Stunden nach der Zubereitung der Nahrung spielen sich Veränderungen in der Keimbesiedlung ab, die sich nicht aus dem Bild der Gesamtkeimzahl entnehmen lassen. Aus diesem Grund kann man mit WEINGÄRTNER (21) sagen, daß die Gesamtkeimzahl höchstens als Indikator, nicht aber als Gradmesser für die Gesundheitsschädlichkeit der Milch anzusehen ist, da hierfür nicht die Gesamtkeimzahl, sondern die Keimart und ihre Toxine von ausschlaggebender Bedeutung sind.

Die Keimzahlen, Gesamtkeimzahlen, die Keimzahlen der Säurebildner und Proteolyten zeigen bei den während der Zubereitung und der Lagerung auftretenden Temperaturen Veränderungen, die sich in verschiedenen Versuchen

immer wieder zeigten. Innerhalb der ersten Stunden nach der Zubereitung ist eine Abnahme der Gesamtkeimzahlen zu verzeichnen (Abb. 7 - 13).
Das Verhalten der Gesamtkeimzahl ist die Resultierende aus vielen Einzelfaktoren. In den vorliegenden Untersuchungen (Abb. 7 - 11, 13) wurde versucht, das Verhalten von Säurebildnern und Proteolyten im Hinblick auf die Gesamtkeimzahl darzustellen.
Es zeigte sich hier, daß in den ersten Stunden nach der Zubereitung der Nahrung die Gesamtkeimzahlen mit relativ geringen Änderungen u.E. konstant bleiben, daß aber die Proteolyten an Zahl zunehmen, während der Gehalt an Säurebildnern abnimmt (7 - 10). Nach einiger Zeit nimmt dann die Zahl der Säurebildner wieder zu, die der Proteolyten ab. Nach etwa 10 - 12 Stunden überwiegt die Entwicklung der Säurebildner; die Proteolyten werden an der weiteren Entwicklung gehemmt. Die zunehmende Säurebildung wird wohl die Ursache der Entwicklungshemmung sein. DREIFUS (22), ROEMMELE und WESTPHAL (23) fanden in eindrucksvoller Weise, daß mit zunehmender Säuerung die Entwicklung aerober Proteolyten und anderer Kaseolyten gehemmt wird. So zeigten diejenigen Säuglingsmilchen, in denen keine aeroben Sporenbildner nachgewiesen werden konnten, die niedrigsten pH-Werte --5, 15 bis 5, 30 -- und die höchsten SH-Werte --17, 6 bis 22, 4 --, wie sie in künstlich gesäuerter Milch vorkommen.

Nach 10 - 14 Stunden nimmt dann die Zahl der Säurebildner etwa im gleichen Verhältnis zu wie die Gesamtkeimzahlen (Abb. 9, 11, 13), während die Proteolyten in ihrer Zahl gleichbleiben oder weiterhin abfallen.
ORLA JENSEN (24) hat in einer Untersuchung gezeigt, daß gerade alkalibildende Bakterien (Bakt. fluorescens, Proteus), also Proteolyten, bei niedrigen Temperaturen wachsen. Er konnte bei 12° C über 24 Stunden eine Zunahme der Proteolyten um das 800-fache feststellen, während die normalen Säurebildner ihre Zahl nur verhundertfachen konnten. Es muß also darauf geachtet werden, daß die Milch bei solchen Temperaturen gelagert wird, bei denen auch das Wachstum der Proteolyten gehemmt wird; denn zu diesem Zeitpunkt ist zwar noch keine Säuerung der Milch festzustellen, aber die eiweißzersetzenden Bakterien können die Milch schon weitgehend ungenießbar gemacht haben.
In Abb. 12 wurde das Verhalten der Gesamtkeimzahl während der ersten 3 1/2 Stunden nach der Zubereitung untersucht. Da keine Proteolyten in der Probe

vorhanden waren, wurden nur die Säurebildner mit erfaßt (Abb. 13). Die Probe, die dem normalen Arbeitsgang entnommen wurde, zeigt im Verhalten der Gesamtkeimzahlen die geringsten Ausschläge. Die Probe, die sofort nach der Herstellung auf 15° C gekühlt und gehalten wurde, zeigt die größten Veränderungen in der Gesamtkeimzahl, während bei der Probe, die auf 10° C gehalten wurde, eine länger dauernde Verminderung der Keimzahl eintritt, bis sie endgültig wieder ansteigt. In Abb. 13 ist ersichtlich, daß eine Kühlschranktemperatur von 6 1/2° C bei weitem nicht ausreicht, um einer Vermehrung der Keime Einhalt zu gebieten; die Gesamtkeimzahl stieg innerhalb von 18 Stunden von 6 500 auf 17 000 Keime/ml.

In Abb. 14 tritt während den ersten 3 1/2 Stunden nach der Zubereitung bei einer Temperatur von 10 bis 12° C, wie sie bei der Kühlung im Wassertrog erreicht wird, eine Keimzunahme von 15 000/ml auf 47 000/ml auf. Auch hier liegen die Temperaturen zu hoch.

Nach WEINGÄRTNER (21), der die Zusammenhänge zwischen Milchhygiene und kindlichen Erkrankungen untersuchte, sind die ungünstigen Einwirkungen der Nahrung in erster Linie auf bakterielle Verunreinigung, in zweiter Linie erst auf einen ungenügenden Fettgehalt, Eiweiß- und Vitamindefizite infolge fehlerhafter industrieller Verarbeitung, Milchzuckerreduktion durch bakterielle Zersetzung zurückzuführen.

In Abb. 15 und 16 wurde die Beziehung zwischen bakterieller Verunreinigung, Säuregrad und Milchzuckerabbau dargestellt. Es zeigte sich, daß eine faßbare Verminderung des Zuckergehaltes erst bei Keimzahlen auftritt, die über 1 Mill. Keime/ml liegen. Wenn ein Säuregrad der Milch erreicht wird, bei dem ein weiteres Wachstum der Bakterien nicht mehr möglich ist, dann ist nach ROEDER (4) erst ein Achtel des gesamten Milchzuckers aufgebraucht. Eine Qualitätsminderung der Nahrung, wenigstens im Hinblick auf die Kohlehydrate, ist also bei den Keimzahlen, wie man sie u.E. normalerweise in der Milch findet, nicht gegeben.

Um einen Vergleich zu gewinnnen, ob die Küchenverhältnisse an anderen Kinderkliniken und Hospitälern ähnlich liegen wie an der hiesigen Kinderklinik, wurden von 7 verschiedenen Anstalten 24 Proben verschieden alter fertiger Nahrung untersucht (Abb. 17). Die Proben der Gruppe I wurden 24 Stunden alten Nahrungen entnommen; die Proben der anderen Gruppen waren

zwischen drei und neun Stunden alt. Die ältesten Proben enthielten die meisten Keime, zwischen 5 300 und 20 000 Keime/ml. In 6 Proben wurden Proteolyten ziwschen 200 und 5 800/ml gefunden und in 5 Proben E.-Coli in einer Konzentration von 600 bis 1 000/ml. Alarmierend allerdings ist der Anteil von E.-Coli in 5 Proben, während bei den gesamten Proben an der hiesigen Klinik nur in einem Fall eine Verunreinigung mit E.-Coli nachgewiesen werden konnte. Es läßt sich hier feststellen, daß in den größeren Milchküchen mit ihren größeren Nahrungsmengen eine höhere bakterielle Verunreinigung der Nahrung anzutreffen ist als in den kleineren Küchen. Diese Feststellung läßt den Schluß zu, daß u.E. in den kleineren Küchen unter besseren hygienischen Bedinungen gearbeitet werden kann.

Der Vergleich mit Nahrungen, die aus Dosenmilch und normaler Milch hergestellt wurden, zeigt, daß sie relativ geringe Keimzahlen in der frisch zubereiteten Nahrung aufwiesen. Die Dosenmilch war immer steril. Im Laufe der Zubereitung stieg dann die Keimzahl der aus Dosenmilch hergestellten Nahrung auf 150/ml, die der normalen Milch auf etwa 1 100/ml, was auf wahrscheinliche Verunreinigung der benutzten Gefäße und anderer Gerätschaften zurückzuführen ist, da die Milch vor der Zubereitung abgekocht war und die lebenden Keime abgetötet worden sind.

Es ist zu bemerken, daß die Gesamtkeimzahlen in der fertig zubereiteten Nahrung in den Monaten Januar und Februar im Durchschnitt 37 000/ml betrugen, und daß die Keimzahlen geringer wurden im März, als das Personal darauf hingewiesen wurde, daß die Milch stark verunreinigt sei. Durch öfteres Händewaschen, durch sorgfältigeres Spülen der Gerätschaften und durch den Dauerbetrieb der UV-Bestrahlung konnten im März Keimzahlen im Durchschnitt von 9 830/ml erreicht werden (Abb. 18). Dieses stimmt auch mit den Erfahrungen von WRIGHT überein, die in den Küchen die geringste Verunreinigung der Nahrungen fand, in denen sich der Arzt selbst um die Zubereitung kümmerte. Ebenso bemerkten SAUERBREI u. HOFFMANN (17) einen Rückgang der bakteriellen Verunreinigung, seit das Interesse auf dieses Gebiet gelenkt wurde und das Personal beaufsichtigt wurde. Sie kommen auf Grund ihrer Untersuchungen zu dem Schluß, daß die Herstellung einer bakteriologisch einwandfreien Säuglingsnahrung ohne Schlußsterilisation möglich ist, wenn die Herstellung der Nahrung dauernd bakteriologisch überwacht und auftretende höhergradige Ver-

unreinigungen sofort bemerkt und beseitigt werden können.
Aber dieses Ziel ist, wie gesagt, nur zu erreichen, wenn eine dauernde bakteriologische Kontrolle möglich ist. Die Quellen der Verunreinigung sind so vielfältig, daß sie nicht immer sofort erfaßt werden können. In den USA wird deshalb generell eine Schlußsterilisation gefordert (LOWE 25), obwohl die Milch dabei einer nochmaligen Erhitzung im Autoklaven bei Temperaturen von 105 - 110° C ausgesetzt wird, die den Nährwert der Nahrung ungünstig beeinflussen können (JOCHIMS und WILCKHAUS 26). Bei einem Teil der hier verwandten Milchpräparate ließe sich dieses Verfahren aber nicht durchführen, da die Milchpulver schon angesäuert sind (entweder mit Milchsäure o. Zitronensäure). Bei einer Erhitzung der Milch auf diese Temperaturen würde das Milcheiweiß denaturieren und ausfallen und die Milch nicht mehr zur Verfütterung brauchbar sein. Damit würde das Verfahren u.E. nur auf die ungesäuerten Milchen anwendbar sein, die anderen würden nach wie vor bakteriell verunreinigt an den Säugling herankommen.
Um sicherzustellen, daß eine bakteriologisch einwandfreie Nahrung an den Säugling herangebracht wird, ist neben der intensiven Kühlung der Nahrung, was an sich eine Voraussetzung sein sollte, eine Neuorganisation der Milchküchen notwendig. Man kann zwar durch dauernde Beaufsichtigung des Küchenpersonals und laufende bakteriologische Kontrollen eine relativ keimarme Nahrung erhalten, aber die Möglichkeit einer Verunreinigung der Nahrung mit Keimen ist trotz allem noch sehr groß. Es sollte daher nach WRIGHT (16) und CUMMING (18) gefordert werden:

1. daß die Flaschen genügend gewaschen werden,
2. daß die Flaschen sterilisiert werden,
3. daß die Säuberung der Flaschen nicht in der Nähe der Zubereitung geschieht,
4. daß die Flaschen vor der Rückkehr von Station desinfiziert werden,
5. daß die Flaschen nicht warm in den Kühlschrank gestellt werden,
6. daß Spülsteine mit Ellenbogenbedienung vorhanden sind,
7. daß keine fremden Personen Zutritt zur Milchküche haben.

Die Forderungen 1 - 3 und 5 wurden an der hiesigen Kinderklinik erfüllt. Zu diesen allgemeinen Forderungen sollten noch grundlegende Veränderungen in der Art der Zubereitung getroffen werden. Der Gebrauch von nicht abgedeckten Gefäßen ist keinesfalls zu gestatten, auch beim Anrühren nicht, denn die Verunreinigungsgefahr der nicht sterilisierten Nahrung durch Bakterien und Viren aus der Rachenflora des Küchenpersonals ist zwangsläufig erheblich. Weiter darf die Milchküche nur durch eine Schleuse betreten werden, in der sich die Schwestern zu waschen und eine spezielle Oberkleidung anzulegen haben. Die Küche soll mit einer Überdruckventilation versehen sein, um ein Fernhalten der Klinikbakterienflora zu gewährleisten. Das Anrühren der Pulvermilchen erfordert es bei den heutigen Gegebenheiten, daß die Nahrung mit Geräten in Berührung kommt, die lediglich unter heißem Wasser gespült wurden. Es sollte ein Rührwerk zur Verfügung stehen, dessen Einsätze mit der entsprechenden Menge Wassers, das zum Anrühren der Nahrung notwendig ist, sterilisiert werden könnten, zu dem dann das Pulver hinzugegeben und vermischt werden könnte. Das Abfüllen der Nahrung in Flaschen sollte geschehen, ohne daß diese nochmals in andere Gefäße umgefüllt werden müßte. Außerdem sollte die Nahrung so schnell wie möglich auf genügend tiefe Temperaturen heruntergekühlt werden können. Als weiteres sollte in jeder Milchküche eine UV-Bestrahlung vorhanden sein, um die Bakterienflora der Luft so gering wie möglich zu halten.

Unter diesen Bedingungen wäre es möglich, eine bakteriologisch einwandfreie Nahrung zuzubereiten und auch an den Säugling heranzubringen und die Gefahren einer bakteriellen Verunreinigung, wie sie unter den bis jetzt gegebenen Umständen möglich sind, könnten auf ein Minimum gesenkt werden.

C. ZUSAMMENFASSUNG

In der vorliegenden Arbeit wurden Säuglingstrockennahrungen auf ihre bakterielle Verunreinigung innerhalb von Anstalten untersucht. Dabei wurden in verschiedenen Versuchsreihen der bakterielle Gehalt der Nahrungen vom Anrühren, Abfüllen in Flaschen, Lagerung bis zum Verbrauch laufend bestimmt. Außerdem wurde neben dem Gesamtkeimzahlgehalt der Anteil von Proteolyten, Säurebildnern und E.coli unter verschiedenen Temperaturen und Lagerbedingungen bestimmt; darüberhinaus Untersuchungen über die Beziehung zwischen Keimzahl, Zuckerreduktion und Säuregrad angestellt. Aus verschiedenen anderen Kinderkliniken und Hospitälern wurden Proben zum Vergleich herangezogen.

Auf Grund der Untersuchungen ließ sich feststellen, daß die Milchpulver weitgehend keimarm und colifrei waren. Die hauptsächliche bakterielle Verunreinigung der Nahrung fand während des Anrührens und der Zubereitung in der Milchküche statt. Durch mangelnde Kühlung und ungeeignete Lagerbedingungen trat bis zur Verfütterung eine stetige Zunahme der Gesamtkeimzahl ein, die maximal auf 130 000 Keime/ml anstieg. In einigen Fällen war die Nahrung auch mit E.coli verunreinigt.

Die Befunde zeigen eindeutig, daß es unter den üblichen küchentechnischen Bedingungen an größeren Kinderkliniken offenbar nicht zuverlässig möglich ist, eine letzten Endes noch bakteriologisch einwandfreie Nahrung zu verfüttern.

Anahand der Ergebnisse wird auf die derzeit vorliegenden Unzulänglichkeiten eingegangen und entsprechende Maßnahmen zu ihrer Abhilfe empfohlen.

D. LITERATURNACHWEIS

1) GLEISS, J.
Z.f.Kinderheilkunde, 84, 137, (1960)

2) HEINEMANN, H.E.O.
Referat, American Hospital Association, at St. Petersburg, Florida, 13.Januar, (1948)

3) HAENEL, H.
Aus "Ernährungsforschung", Bd.V, Heft 4, S. 499-514, (1960)

4) ROEDER, G.
Grundzüge der Milchwirtschaft und des Molkereiwesens, Verlag Paul Parey, Hamburg u. Berlin, S. 265, 286, 333, 714, 744, 746, (1954)

5) BREW, J.D., DOTTERER, W.D.
New York Agr.Exp.Sta. Bull, 493, (1917)

6) WHITING, W.A.
New York Agr.Exp.Sta.Techn. Bull, 98, (1925)

7) CONN, H.W.
Publ.Health Rep., 30, 2349, (1915)

8) BREED, R.S., STOCKING, W.A.
New York Agr.Exp.Sta. Techn. Bull, 75, (1920)

9) ROBERTSON, A.H.
New York Agr.Exp.Sta. Techn. Bull, 86, (1921)

10) ROBERTSON, A.H., FRAYER, J.M., MOODY, R.J.
Vermont Agr.Exp.Sta. Techn. Bull, 314-318, (1930)

11) Standard Methods for the Examination of Dairy Products, Ninth Edition, USA, 1. 20, (1948), American Public Health Association

12) Difco Manual, Ninth Edition, S. 57, 61, 69, Detroit, (1953)

13) OCKLITZ, H.W.
in "Säuglingsenteritis" von A.Adam, G.Thieme Verlag, Stuttgart, S. 493-510, (1956)
Arch.f.Kinderheilkunde, Beiheft 28, S. 75, (1954)

14) MUELLER, E.
Mschr. f. Kinderheilkunde, 109, 252-9, (1961)

15) SEIDEL, (angeführt nach MUELLER, E., siehe unter 14)
Z. ges. Hygiene, 3, 136, (1957)

16) WRIGHT, J.
British Medical Journal, London 142, 21. July, (1951)

17) SAUERBREI, H.-U., HOFFMANN, K.
Mschr. f. Kinderheilkunde, 108, 58, (1960)

18) CUMMING, J. G.
J. Pediatrics, 34, 711, (1949)

19) LOOF, H.
Tuberk. Arzt, 10, 317, (1956)

20) BULLING, E.
Zeitschr. f. Kinderheilkunde, 82, 113, (1959)

21) WEINGÄRTNER, L.
Z. ges. Hygiene, 3, 127-136, (1957)

22) DREYFUS, J. R.
Schweiz. Med. Wschr. 83, 57, (1953)

23) ROEMMELE, O., WESTPHAL, W.
Milchwissenschaft, 12, 133-141, (1957)

24) ORLA JENSEN, zit. nach ROEDER, G., s. o., S. 406

25) LOWE, R. W.
Modern Hospital, 64, 48, (1947)

26) JOCHIMS, J., WILCKHAUS, H.
Z. f. Kinderheilkunde, 74, 530, (1954)

27) BRUHNS, G.
Zeitschr. anal. Chemie, 59, 337, (1920)

28) WEISS, H.
Schweiz. Gesundheitsamt, 12, 123, (1921)

Herrn Oberarzt Dozent Dr. W. Marget möchte ich hiermit für die Überlassung des Themas und für die Unterstützung, die er mir bei der Ausführung der Arbeit gewährt hat, meinen Dank aussprechen, ebenso Herrn Professor Dr. K. Betke für die freundliche Übernahme des Korreferates.

LEBENSLAUF

Am 7.4.1939 wurde ich als Sohn des Amtsbaurates Fritz Voigt und seiner Ehefrau Ilse, geborene Pötting, in Remscheid geboren. Von 1946 bis 1950 besuchte ich die Grundschule in Wermelskirchen, von 1950 bis 1956 das Städtische Neusprachliche Progymnasium in Wermelskirchen, wechselte dann auf das Städtische Naturwissenschaftliche Gymnasium in Remscheid über und legte dort 1959 die Reifeprüfung ab. Mein medizinisches Studium begann ich im SS 1959 an der Universität Tübingen, legte dort am 11.4.1960 die naturwissenschaftliche Vorprüfung, am 27.10.1961 die ärztliche Vorprüfung ab. Mein klinisches Studium begann ich im WS 1961/62 in München, studierte im SS 1962 in Kiel und setzte ab WS 1962/63 das Studium an der Universität Tübingen fort. Im Dezember 1964 legte ich das medizinische Staatsexamen ab.